



DEUTSCHES
PATENTAMT

②① Aktenzeichen:
②② Anmeldetag:
④③ Offenlegungstag:

P 31 38 887.6
30. 9. 81
14. 4. 83

⑦① Anmelder:
Steingroever, Erich, Dr.-Ing., 5300 Bonn, DE

⑦② Erfinder:
Steingroever, Erich, Dr.-Ing., 5300 Bonn, DE; Steingroever,
Dietrich, 5060 Bergisch-Gladbach, DE

Steingroever
Eigentum

⑤④ **Verfahren und Einrichtung zur Messung der Hysteresekurven von magnetischen Werkstoffen**

Die Messung der Hysteresekurven $J(H)$ und $B(H)$ von weich- und hartmagnetischen Werkstoffen erfolgt in einer Feldspule, indem das magnetische Moment $M = J \cdot V$ der Proben mit einer Momentspule und die Feldstärke (H) in der Probe mit längseinstellbaren Potentialspulen in Verbindung mit elektronischen Fluxmetern gemessen werden. (31 38 887)

DE 3138887 A1

DE 3138887 A1

30.09.81

3138887

Patentansprüche

- 1) Verfahren zu Messung der Hysteresekurven von magnetischen Werkstoffen in einer offenen Feldspule, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetische Polarisierung J der Probe durch Messung ihres magnetischen Momentes M mit einer Momentenspule bestimmt wird.
- 2) Verfahren nach Anspruch 1), dadurch gekennzeichnet, daß die Momentenspule die Probe mit Abstand umfaßt.
- 3) Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Momentenspule eine ^{entgegengesetzt} Kompensationsspule/in Serie geschaltet ist, die ebenfalls im Feld der Feldspule liegt.
- 4) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetische Feldstärke in der Probe mit Potentialspulen gemessen wird.
- 5) Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Potentialspulen in Richtung ihrer Achse verschiebbar angeordnet ist.
- 6) Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die der Probe abgewendeten Enden der Potentialspulen paarweise auf gleichem magnetischem Potential liegen.
- 7) Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die äusseren Enden der Potentialspulen in einer Abschirmung aus einem Werkstoff mit hoher magnetischer Permeabilität liegen.
- 8) Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die äusseren Enden der Potentialspulen in einer topf- oder rohrförmigen Abschirmung aus Weicheisen liegen.
- 9) Einrichtung zur Durchführung der Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 8.

PatentanmeldungVerfahren und Einrichtung zur Messung der Hysteresekurven von magnetischen Werkstoffen .

Die Eigenschaften magnetischer Werkstoffe werden durch ihre Hysteresekurven $B(H)$ und $J = B - \mu_0 \cdot H$ dargestellt , mit H = innere magnetische Feldstärke im Werkstoff , B = magnetische Flußdichte , J = magnetische Polarisation und μ_0 = magnetische Feldkonstante .

Während bei Werkstoffen mit verhältnismäßig großem Probenquerschnitt die Messung der Flußdichte B mit einer die Probe umfassenden Meßspule (Umspule), die an ein Fluxmeter angeschlossen ist , einfach ist , ergeben sich bei Proben mit kleinem Querschnitt beträchtliche Fehler dadurch , daß die Umspule nicht nur den magnetischen Fluß durch die Probe umfaßt, sondern auch noch einen Teil des magnetisierenden Feldes H_a ausserhalb der Probe. Dieser Fehler ist nur unvollkommen zu kompensieren und macht die Messung bei sehr kleinen Meßproben von wenigen mm^3 z.B. fast unmöglich .

Die Erfindung vermeidet diesen Nachteil . Sie besteht darin , daß bei Meßproben , die in einer Feldspule angeordnet sind , mit einer die Probe mit Abstand umfassenden Meßspule (Momentenspule), die an ein Fluxmeter angeschlossen ist, das magnetische Moment $M = J \cdot V$ der Probe gemessen wird , aus dem sich die Polarisation $J = M / V$ und die Flußdichte $B = J + \mu_0 \cdot H$ ergeben , wobei V das Volumen der Meßprobe ist .

Die Messung des magnetischen Momentes einer Probe mit einer Momentenspule ist an sich bekannt , wurde aber noch nicht zur Messung der Hysteresekurven von magnetischen Werkstoffen nach der Erfindung angewendet .

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird die innere magnetische Feldstärke H in der Meßprobe mit Potentialspulen gemessen , die mit ihrem einen Ende die Meßprobe berühren .

Es ist bekannt, die innere magnetische Feldstärke H mit drei C-förmig angeordneten Potentialspulen zu messen, von denen zwei die Enden der Meßprobe berühren, während die dritte die der Probe abgewendeten Enden der beiden ersten Spulen zu einem C verbindet (DAS 24 52 615 , Fig.3). Diese Anordnung hat den Nachteil , daß sie nur für Meßproben einer einzigen Länge verwendbar ist, weil beim Verändern des Abstandes der beiden ersten Teilspulen die C-förmige Anordnung unterbrochen wird und zusätzliche Potentialdifferenzen des äusseren Feldes mitgemessen werden.

Die Erfindung vermeidet diesen Nachteil, indem die beiden äusseren Enden der Teilsulen sich bis in den feldfreien Raum ausserhalb der Feldspule erstrecken oder in einem magnetisch abgeschirmten, feldfreien Raum liegen. Bei dieser erfindungsgemäßen Anordnung der Potentialsulen tritt keine zusätzliche Potentialdifferenz zwischen ihren äusseren Enden auf, wenn die eine verschoben wird, bis sie die Meßprobe berührt. Die beiden inneren Enden der Teilsulen liegen dabei in bekannter Weise nebeneinander auf gleichem magnetischen Potential.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Fig. 1 dargestellt. Darin sind:

- 1 die zu messende Probe eines magnetischen Werkstoffes,
- 2 eine Feldspule, in deren Innerem die Probe 1 angeordnet ist,
- 3 die regelbare Gleichstromversorgung der Feldspule, die aus dem Wechselstromnetz 4 gespeist wird,
- 5 eine die Probe umfassende Moment-Meßspule, die in Serie mit einer Kompensationsspule 6 an ein Fluxmeter 7 angeschlossen ist,
- 8, 9 und 10 drei Potentialmeßsulen, die zwischen sich die Enden der Probe 1 einschließen,
- 11 ein zweites Fluxmeter, an das die Potentialsulen 8, 9 und 10 in Serie angeschlossen sind,
- 12 ein Dividierverstärker, der den vom Fluxmeter 11 ermittelten Wert $H \cdot l$ durch die Probenlänge l teilt, sodaß sein Ausgang den Wert H ergibt und mit dem Eingang X eines X-Y-Schreibers verbunden werden kann,
- 13 ein Dividierverstärker, der den vom Fluxmeter 7 ermittelten Wert $M = J \cdot V$ durch das Volumen V teilt, sodaß sein Ausgang die magnetische Polarisierung J der Probe ergibt,
- 14 ein Umschalter, der in der Stellung J den Ausgang von 13 mit dem Eingang Y des X-Y-Schreibers verbindet,
- 15 ein Summierverstärker, dessen beide Eingänge mit 12 und 13 verbunden sind und der nach $B = J + \mu_0 \cdot H$ die magnetische Flußdichte B der Probe ergibt. Sein Ausgang ist in der Stellung B des Umschalters 14 mit dem Eingang Y des Schreibers verbunden,
- 16 ein X-Y-Schreiber für die Hysteresekurven $J(H)$ und $B(H)$.

Nach dem Einlegen der zu messenden Probe eines magnetischen Werkstoffes in die Momentsspule 5 derart, daß sie mit einem Ende das Ende der Potentialspule 9 berührt, wird die verschiebbare Potentialspule 10 mit ihrem inneren Ende an sie herangeschoben, bis sie ebenfalls die Probe berührt.

Dann werden beide Fluxmeter auf Null gestellt und der Feldstrom mit dem Regler 3 zunächst auf positive Werte, dann zurück nach 0 und auf negative Werte und wieder zurück nach 0 geregelt. Dabei beschreibt der Schreiber 15 je nach Stellung des Schalters 14 eine $B(H)$ - oder eine $J(H)$ -Kurve.

Erfindungsgemäß wird die innere Feldstärke E in der Probe mit den Potentialspulen 8, 9 und 10 gemessen, welche den Potentialunterschied zwischen den Enden der Probe ergeben. Teilung des gemessenen Potentialunterschiedes $H \cdot l$ durch die Probenlänge l ergibt die innere Feldstärke H ; die Probenlänge l wird mit der Einsteller des Verstärkers 12 eingestellt.

Die Potentialspulen 8, 9 und 10 sind ein- oder mehrlagig auf gerade, unmagnetische Stäbe mit konstanter Windungsflächendichte ($= \text{Windungsfläche} \cdot \text{Windungszahl} / \text{Spulenlänge}$) gewickelt. Die beiden Teilspulen 8 und 9 sind derart fest zueinander angeordnet, daß ihre beiden Enden 8' und 9' dicht beieinander auf gleichem magnetischen Potential liegen. Die dritte Teilspule 10 ist längs beweglich angeordnet, sodaß sie mit der Spule 9 die Meßprobe 1 einspannen kann. Die äusseren Enden von 8 und 10 sind soweit vom Streufeld der Spule 2 entfernt, daß sie auch dann auf praktisch gleichem Potential liegen, wenn sie nicht unmittelbar nebeneinander liegen, sondern wie gezeichnet versetzt zueinander sind; durch Unterbrechung in der Zeichnung ist ihre verhältnismäßig große Länge angedeutet.

Erfindungsgemäß ist es aber auch möglich, die beiden äusseren Enden der Potentialspulen 8 und 10 in einen Abschirmtopf aus Weicheisen 17 enden zu lassen, in dem ein konstantes magnetisches Potential herrscht (Fig. 2).

300981

Nummer:

Int. Cl.³:

Anmeldetag:

Offenlegungstag:

3138887

G01 R 33/14

30. September 1981

14. April 1983

